

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**

116

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-178902

(43) 公開日 平成7年(1995)7月18日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 4 1 J	2/045			
	2/055			
	2/16			
			B 4 1 J	3/ 04
				1 0 3 A
				1 0 3 H
			審査請求	未請求 請求項の数 7 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平5-325167

(22) 出願日 平成5年(1993)12月22日

(71) 出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72) 発明者 水谷 肇

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ

ーエプソン株式会社内

(74) 代理人 弁理士 鈴木 喜三郎 (外1名)

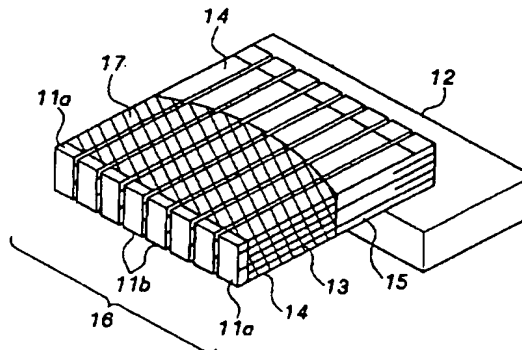
(54) 【発明の名称】 インクジェットヘッドおよびその製造方法

(57) 【要約】

【目的】 ノズル列内のインク滴吐出を均一にし、画像形成品質の優れたインクジェットヘッドを提供する。

【構成】 積層型圧電変換素子11の圧電歪定数 $d_{31}$ で示される方向の変位をインク滴吐出に用い、前記積層型圧電変換素子11が複数のインク室19に接続して列状に配されたインクジェットヘッドにおいて、積層型圧電変換素子11の活性部17の長さを積層型圧電変換素子列16内で変える。

11: 積層型圧電変換素子  
12: 取り付け板  
13: 内部電極  
14: 外部電極  
15: 圧電材料層  
16: 素子列  
17: 活性部



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 インクを吐出する複数のノズル開口と、  
該各ノズル開口と連通する圧力室と、該圧力室の一壁面  
に列状に配設し、前記圧力室を加圧する圧電歪定数 $d_{31}$   
で示される方向の変位を有する積層型圧電変換素子とを  
備えたインクジェットヘッドにおいて、  
前記列状に配設された積層型圧電変換素子の活性部の長  
さが、積層型圧電変換素子列内で異なることを特徴とす  
るインクジェットヘッド。

【請求項2】 前記積層型圧電変換素子の活性部の長さ  
を前記積層型圧電変換素子列の両側で短くしたことを特  
徴とする請求項1記載のインクジェットヘッド。

【請求項3】 前記積層型圧電変換素子の最外層圧電素  
子材料層上に形成した外部電極の面積を、前記積層型圧  
電変換素子列内で変えることにより前記最外層圧電材料  
層の活性部の長さを変えたことを特徴とする請求項1記  
載のインクジェットヘッド。

【請求項4】 前記積層型圧電変換素子の外部電極の面  
積を前記積層型圧電変換素子列の両側で小さくしたこ  
とを特徴とする請求項3記載のインクジェットヘッド。

【請求項5】 前記積層型圧電変換素子の最外層の圧電  
材料の圧電歪定数が他の層の圧電材料の圧電歪定数と異  
なることを特徴とする請求項3記載のインクジェットヘ  
ッド。

【請求項6】 前記積層型圧電変換素子の最外層の圧電  
材料の厚さが他の層の圧電材料の厚さと異なることを特  
徴とする請求項3記載のインクジェットヘッド。

【請求項7】 圧電材料と電極を交互に積層してなる積  
層型圧電変換素子の圧電歪定数 $d_{31}$ で示される方向の変  
位をインク滴吐出に用い、前記積層型圧電変換素子が複  
数のインク室に接続して列状に配され、前記積層型圧電  
変換素子の最外層圧電材料層上に形成した外部電極の面  
積を、前記積層型圧電変換素子列内で変えることによ  
り、最外層圧電材料層の活性部の長さを変えたインクジ  
ェットヘッドの製造方法において、前記積層型圧電変換  
素子の前記外部電極の形成後に前記電極面積の補正を行  
うことを特徴とするインクジェットヘッドの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は積層型圧電変換素子を圧  
力発生手段とし、前記圧力発生手段に印加する駆動電圧  
によって、ノズルよりインクを吐出させるオンデマンド  
型インクジェットヘッドに関する。

## 【0002】

【従来の技術】 圧電材料よりなる圧電変換素子は電気エ  
ネルギーと機械エネルギーの変換素子としての機能を有  
することにより、アクチュエーター等の分野に応用され  
ている。近年では、圧電変換素子を積層型とし、インク  
ジェットヘッドのアクチュエーターとして用いることに  
より駆動電圧の大幅な低減が得られている。積層型圧電

変換素子を用いたインクジェットヘッドとしては、特開  
平3-264360号公報に於て、積層型圧電変換素子の  
電界に対して垂直方向の変位を用いてインク滴を吐出  
することにより、小型で低電圧駆動が可能で製造の容易  
なインクジェットヘッドが示されている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、前述の  
従来技術は以下の様な課題を有する。

【0004】 図13、図14は従来のインクジェットヘ  
ッドのインク吐出時の積層型圧電変換素子の変位状態を  
示す概略図である。11は積層型圧電変換素子、12は  
取り付け板、19はインク室、23は圧力板、26はイン  
ク室側壁、27はインク滴吐出ノズル、28はノズル  
板、29はインク室形成部材をそれぞれ示す。積層型圧  
電変換素子11の各圧電材料層の厚さ、圧電材料の圧電  
歪定数、活性部長さは素子列内で全て均一である。積層  
型圧電変換素子11は駆動電圧の印加により取り付け板  
12を支点に変位しインク滴吐出圧力を発生する。しか  
し、取り付け板12、あるいはインク室を形成する部材  
の剛性が不足することにより各図の様に変形してしま  
う。そのため、各素子自体の変位量は素子列内で均一で  
あるのに、素子列の一部で他に比較してインク室の容積  
変化が小さくなってしまい、インク滴吐出量に差異が生  
じる。ノズル列内でインク滴吐出量が異なることによ  
り、形成した画像に高濃度の箇所と低濃度の箇所が形成  
されてしまい、高品質の画像を得ることが困難であつ  
た。

【0005】 また別の課題として、積層型圧電変換素子の  
圧電材料層間の内部電極が部分的に断列する事により  
素子内の活性部分が減少し、素子列内で変位量のばらつ  
きが生じる。内部電極の断列は素子の高密度化により増  
加するため、精細な画像を得ようとすれば製造歩留まり  
はさらに低下する。

【0006】 そこで、本発明はこのような問題を解決す  
るものであって、その目的とするところは、ノズル列内  
のインク滴吐出を均一にし、画像形成品質の優れたイン  
クジェットヘッドを提供することにある。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明のインクジェット  
ヘッドはかかる課題を解決するもので、圧電材料と電極  
を交互に積層してなる積層型圧電変換素子の圧電歪定数  
 $d_{31}$ で示される方向の変位をインク滴吐出に用い、前記  
積層型圧電変換素子が複数のインク室に接続して列状に  
配されたインクジェットヘッドにおいて、前記積層型圧  
電変換素子の活性部の長さを前記積層型圧電変換素子列  
内で変えたことを特徴とし、特に前記積層型圧電変換素  
子の活性部の長さを前記積層型圧電変換素子列の両側で  
短くしたことを特徴とする。

【0008】 さらに、前記積層型圧電変換素子の最外層  
圧電素子材料層上に形成した外部電極の面積を、前記積

層型圧電変換素子列内で変えることにより前記最外層圧電材料層の活性部の長さを変えたことを特徴とし、特に前記積層型圧電変換素子の外部電極の面積を前記積層型圧電変換素子列の両側で小さくしたことを特徴する、また、前記積層型圧電変換素子の最外層の圧電材料の圧電歪定数が他の層の圧電材料の圧電歪定数と異なる、あるいは、前記積層型圧電変換素子の最外層の圧電材料の厚さが他の層の圧電材料の厚さと異なることを特徴とする。

【0009】さらに、本発明のインクジェットヘッド製造方法は、圧電材料と電極を交互に積層してなる積層型圧電変換素子の圧電歪定数 $d_{31}$ で示される方向の変位をインク滴吐出に用い、前記積層型圧電変換素子が複数のインク室に接続して列状に配され、前記積層型圧電変換素子の最外層圧電材料層上に形成した外部電極の面積を、前記積層型圧電変換素子列内で変えることにより、最外層圧電材料層の活性部の長さを変えたインクジェットヘッドの製造方法において、前記積層型圧電変換素子の前記外部電極の形成後に前記電極面積の補正を行うことを特徴とする。

【0010】従来の積層型圧電変換素子を用いたヘッドでは、積層型圧電変換素子の支持部、作用部の剛性に起因してインク滴の吐出効率が異なり、吐出インク量が素子列の両端で多く、中央付近で少なくなっていた。本実施例では、積層型圧電変換素子の変位量を素子列内で補正することにより、積層型圧電変換素子列内で吐出インク滴量をほぼ均一とすることを可能とした。

【0011】単位層の計算変位量は以下の式で示され、内部電極に挟まれた圧電材料の各層の変位量について計算できる。

【0012】

【数1】

$$L = d_{31} \cdot a \cdot V / t$$

【0013】ここで、 $d_{31}$ は電界に対して垂直方向の圧電歪定数であり、圧電材料によって決まる値である。 $a$ は活性部長さを示し、対向する内部電極の重なり長さによって決まる。 $t$ は内部電極に挟まれた圧電材料の厚さで積層厚を示す。 $V$ は印加電圧を示す。

【0014】この式から、変位量を補正する方法としてまず活性部の長さを素子列の中央と端部で変えることで効果が得られる。 $d_{31}$ 方向の計算変位量 $L$ を積層型圧電変換素子列の端部よりも中央部で大きくする為には、端部側素子の活性部長さ $a$ よりも中央部側のものを大きくすればよい。活性部長さ $a$ は上下の内部電極の重なり長さであるから、端部側の内部電極長さよりも中央部側の内部電極長さを長くすれば変位量の補正が可能である。積層型圧電変換素子は、圧電材料と電極材料を交互に印刷し焼結することで製造しているため、製造時の電極の印刷形状を変更するのみで前述の補正が可能である。

【0015】また、他の方法として素子列端部側の素子の積層厚 $t$ よりも中央部側の積層厚 $t$ を薄くする、あるいは端部側の圧電材料の圧電歪定数 $d_{31}$ よりも中央部側のものを大きくする等の方法が考えられる。しかし後述の2つの方法は製法上困難で大量生産に適さず、活性部の長さによる変位量の補正が最も効果的である。

【0016】

【実施例】以下、図面を用いて本発明の実施例を詳細に説明する。

【0017】図1は本発明の第1の実施例を示す積層型圧電変換素子列の斜視図である。図中、11a、11bは積層型圧電変換素子（以下、圧電素子と称する）、12は取り付け板、13は内部電極、14は外部電極、15は圧電材料層、16は積層型圧電変換素子列（以下、素子列と称する）、17の斜線部は各積層型圧電変換素子が各電極からの電圧により伸縮する活性部（以下活性部と称する）である。

【0018】図2は本発明の第1の実施例の積層型圧電変換素子の内部電極の構成を示す分解斜視図である。図2では各圧電素子に加工する前の状態を示している。

【0019】本実施例では、図1に示すとおり圧電素子列16の両端部の圧電素子11aの活性部17を最も短くし、圧電素子列16の中央部に向かって徐々に活性部を長くし、圧電素子列16の中央部に位置する最もインク滴吐出量の小さな素子11bの活性部長を最大とした。図2に示す様に、圧電材料層15と内部電極13を積層することにより図1で示した活性部が得られる。

【0020】ここで本実施例の圧電素子をアクチュエーターとして用いたインクジェットヘッドの例を示す。図3はインクジェットヘッドの概略を示す斜視図、図4は圧電素子の断面図である。圧電素子11は取り付け板12上に列状に配され、取り付け板12はさらに固定板20に固定される。圧電素子11の先端は圧力板23を介してそれぞれインク室側壁26により区画されるインク室19に固定され、インク室はノズル板28に設けられたノズル27とインクタンク（図示せず）に連通する。

【0021】図4は本実施例の圧電素子の断面図である。内部電極13aは圧電素子11先端で外部電極14aに、内部電極13bは圧電素子11の取り付け板側の端面で外部電極14bにそれぞれ導通する。外部電極14a、14bに直接実装するか、あるいは導電ペースト等を用いて取り付け板12上に実装し、駆動電圧を印加する。

【0022】圧電素子11に電圧を印加すると、圧電素子11は取り付け板12を支点に収縮し（図4中に矢印25で示す）、圧電素子11の先端に圧力板23を引っ張ることによりインク室19の体積を大きくする。インク室19には接続するインクタンク（図示せず）からインクが吸い込まれ充填される。電圧の印加はインク室19内のインク挙動に変化が生じない様に徐々に行う必

要がある。次に印加電圧を急速に解除すると、インク室19の体積が元に戻り、先に充填されたインク体積の一部がノズルからインク滴として吐出される。

【0023】図5、6はインクジェットヘッドの圧電素子の変位の状態を示す概略図である。図5は圧電素子の変位により取り付け板が変形する場合、図6は圧電素子の変位によりインク室形成部材が変形した場合をそれぞれ示す。実際には両部材で同時に変形は生じている。図中、11は圧電素子、12は取り付け板、19はインク室、23は圧力板、26はインク室側壁、27はノズル、28はノズル板、29はインク室形成板をそれぞれ示す。

【0024】取り付け板及びインク室を形成する各部材に十分な剛性が無いので、図に示すように変形する。従来の様に全素子列で均一な変位量を示した場合、素子列中央部のインク室の体積変化が少なくなってしまう。そのため素子列中央部のノズルからの吐出インク滴量が素子列端部に比較して小さくなってしまった。そこで本実施例では図に示す様に素子列中央部の活性部を長くして変位量を大きくし、実質的に得られるインク室の体積変化をほぼ均一にすることができた。

【0025】次に、本発明の積層型圧電変換素子の製造方法について詳細に説明する。

【0026】図7は圧電材料と内部電極を交互に積層していく手順を示す図である。図7(a)に示すように、まず圧電材料層にあたる圧電体のグリーンシート32を形成する。次に図7(b)に示すように、グリーンシート32上に内部電極の電極ペースト33を印刷する。次に図7(c)に示すように、電極ペースト33の上にグリーンシート32を積層し、図7(d)に示すように、電極ペースト33と対をなし、対向電極となる電極ペースト34を印刷する。以上のグリーンシート32の積層と電極ペースト33、34の印刷を繰り返すことにより、図7(e)に示すような、圧電基板の原型となる積層体35が得られる。

【0027】次にグリーンシートと電極ペーストの積層体35を熱圧着した後、約1000℃の高温で焼結させ、最後に外部電極を形成することにより本発明の圧電素子を形成する積層型圧電変換基板ができる。外部電極はスパッタリングや真空蒸着、無電界メッキ等で厚膜の電極を形成するか、導電性接着剤で厚膜の電極を形成する。圧電材料としてはチタン酸ジルコン酸鉛系等から適宜選択した。

【0028】グリーンシートの作製は、まず圧電材料を仮焼結後、粉末にし、有機バインダ、可塑剤、分散剤、溶媒と混合してスラリーを作り、次に、スラリーをローラーに付着させブレードで厚さを均一にして転写し、一定のサイズに打ち抜いて乾燥させたものをグリーンシートとした。電極ペーストとしては、銀、パラジウム、白金等から適宜選択もしくは混合し、溶媒、結合剤と混合

して使用した。

【0029】次に、本発明の第2の実施例について図8、9により説明する。

【0030】図8、9に示すように、活性部17を圧電素子列中央部で直線的にそろえ、圧電素子の自由端部方向に活性部17を変化させている。本実施例によっても第1の実施例と同様の効果が得られる。

【0031】次に、本発明の第3の実施例を図10により説明する。

【0032】図10は本実施例の圧電素子を取り付け板側から見た斜視図である。圧電素子は、素子加工時、部分的な内部電極の断列等により変位量が素子毎に異なるという現象が生じる。前述のとおり変位量のばらつきは印字に悪影響を及ぼす。

【0033】素子の良不良の判断は素子11の状態で変位量を確認することで行うが、その結果に応じて変位量を変える方法として、内部電極長さを変えることは不可能である。そこで本実施例では図10に示すように外部電極14の長さを変えることで、各素子の変位量の補正を行った。素子11の電極をレーザートリマー等により30の箇所切断し、各素子の変位量に応じて最外層圧電材料層15aの活性部の長さを補正した。ここでは、素子11cの変位量が最も少ない場合を例とし、素子11cの変位量に合わせて他の素子の外部電極14の補正を行っている。そのため素子11cに修正箇所は無い。本実施例により素子列内に不良素子があっても変位量をほぼ均一とすることが可能となった。

【0034】従来は素子列内の1素子の変位量が規格から不足すればその素子列は不良となってしまう製造歩留まりが悪かった。しかし本実施例によれば素子列中最小の変位量を示す素子にあわせて他の素子の最外層圧電材料層の活性部を小さくする事で変位量をほぼ均一にできるため、不良の素子列を良品として使用する事ができ、製造歩留まりの向上が得られ、コストの低減が可能となった。

【0035】さらに、以下の実施例により変位量補正の効率を上げることが可能である。

【0036】従来の圧電素子の構成では圧電材料の厚さ、材質を均一としており、最外層電極長では、補正の範囲に限りがあった。そのため補正の効率を上げるために、圧電材料最外層の変位量を大きくし、全素子の変位量に対する最外層圧電材料層の変位量の影響を大きくした。

【0037】以下に本発明の第4、第5の実施例を示す。第4の実施例では数式1により最外層圧電材料層について、最外層圧電材料層の厚みを他の層より薄くすることを行った。図11は本実施例の素子の断面図である。図に示すとおり最外層圧電材料層15bの厚さを薄くし、外部電極14を第3の実施例と同様に補正することにより一層の効果が得られた。

【0038】また、第5の実施例として、同様に最外層圧電材料層の圧電歪定数のみを大きくすることでも第4の実施例と同様の効果が得られた。

【0039】第4、第5の実施例のどちらでも、最外層圧電材料の活性部長さの素子全体の歪位への寄与を大きくすることができ、歪位ばらつき補正がより大きい範囲で可能となった。本実施例によりさらに良好な製造歩留まりを得ることができた。

【0040】また、以下に示す様に外部電極の補正のみで第1の実施例に示した素子列内のインク吐出量の補正が可能である。図12は第6の実施例の圧電素子列を取り付け板側から見た平面図である。斜線部が最外層圧電材料層を駆動する外部電極14である。内部電極により駆動される圧電材料層の活性部斜線部18で示す。本実施例では最外層圧電材料層の活性部長さを素子列16の中央部と端部で変えることにより歪位の補正を行った。スパッタリングで外部電極14を形成する際に、メカニカルマスクを用いてパターンニングすることにより素子列で外部電極14の長さを変えた。このことにより工程を簡素化できた。リフトオフ、あるいは外部電極14形成後にフォトリソによりパターンニングすることも可能である。

【0041】その後、素子歪位を確認してさらに歪位のばらつきを補正することで、素子列内のインク滴吐出量がさらに均一に近いインクジェットヘッドの製造が可能となった。

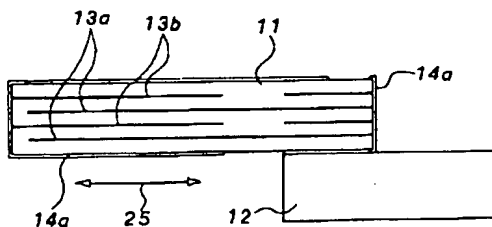
【0042】

【発明の効果】本発明によれば、素子列内のインク滴量のばらつきに応じて、圧電素子の活性部長さを補正することにより、均一なインク滴重量が得られ高品質の画像を得ることが可能である。また、各素子の歪位に応じて外部電極の長さを変え、最外層圧電材料層の活性部長さを補正することにより高品質の画像を得るとともに、歩留まりの向上が得られることでコストの低減も可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例の積層型圧電変換素子列

【図4】



を示す斜視図。

【図2】本発明の第1の実施例の積層型圧電変換素子の内部電極の構成を示す分解斜視図。

【図3】本発明の第1の実施例の積層型圧電変換素子列を用いたインクジェットヘッドの斜視図。

【図4】本発明の第1の実施例の積層型圧電変換素子を示す断面図。

【図5】本発明の第1の実施例の積層型圧電変換素子列の歪位による取り付け板の変形を示す概略図。

【図6】本発明の第1の実施例の積層型圧電変換素子列の歪位によるインク室を形成する部材の変形を示す概略図。

【図7】本発明の積層型圧電変換素子の製造方法を示す斜視図。

【図8】本発明の第2の実施例の積層型圧電変換素子列を示す斜視図。

【図9】本発明の第2の実施例の内部電極の構成を示す分解斜視図。

【図10】本発明の第3の実施例の積層型圧電変換素子列を示す斜視図。

【図11】本発明の第4の実施例の積層型圧電変換素子を示す断面図。

【図12】本発明の第6の実施例の積層型圧電変換素子列を示す平面図。

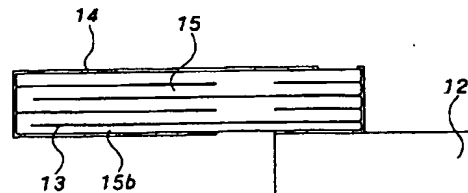
【図13】従来の積層型圧電変換素子列の歪位による取り付け板の変形を示す概略図。

【図14】従来の積層型圧電変換素子列の歪位によるインク室を形成する部材の変形を示す概略図。

【符号の説明】

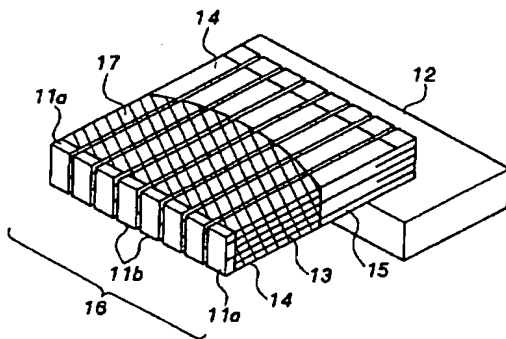
- 11 積層型圧電変換素子
- 12 取り付け板
- 13 内部電極
- 14 外部電極
- 15 圧電材料層
- 16 積層型圧電変換素子列
- 17 積層型圧電変換素子活性部

【図11】

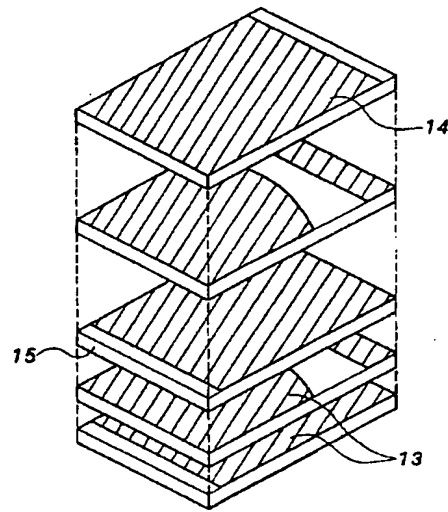


【図1】

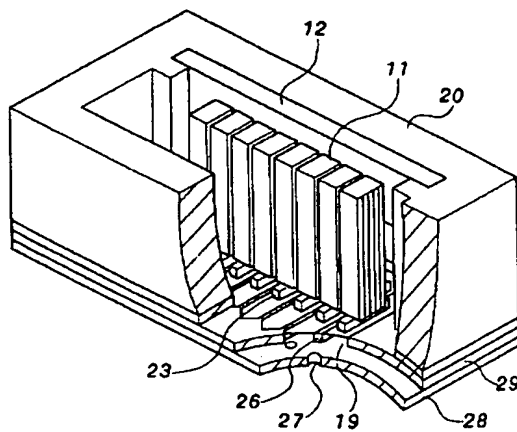
- 11: 積層型圧電変換素子  
 12: 取り付け板  
 13: 内部電極  
 14: 外部電極  
 15: 圧電材料層  
 16: 素子列  
 17: 活性部



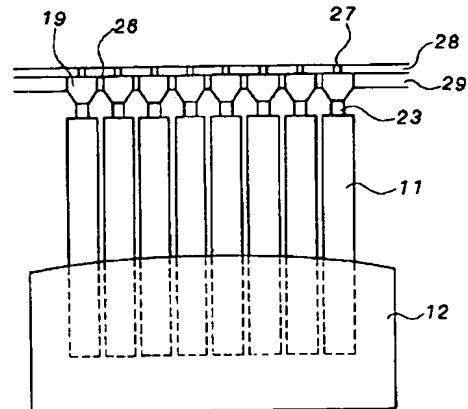
【図2】



【図3】



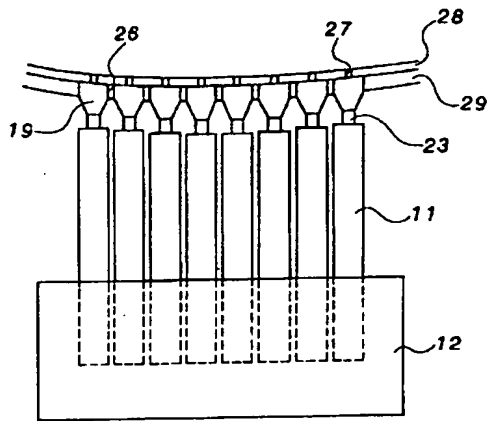
【図5】



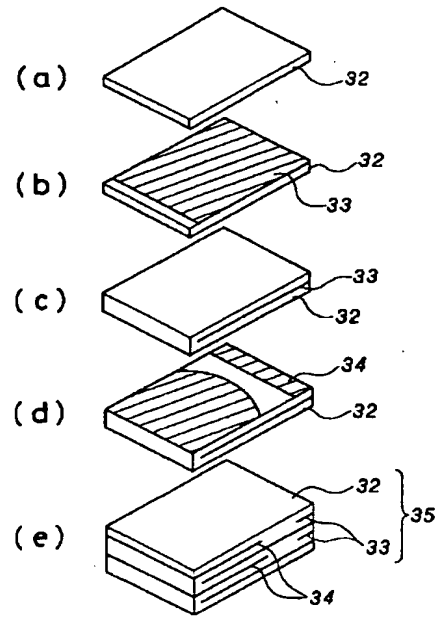
(7)

特開平7-178902

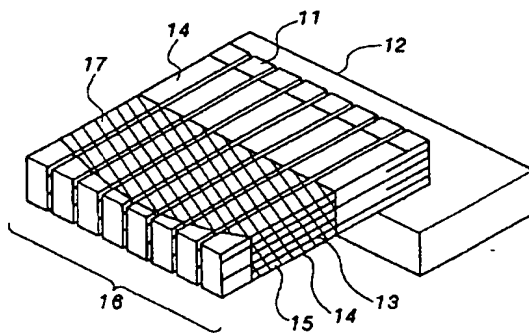
【図6】



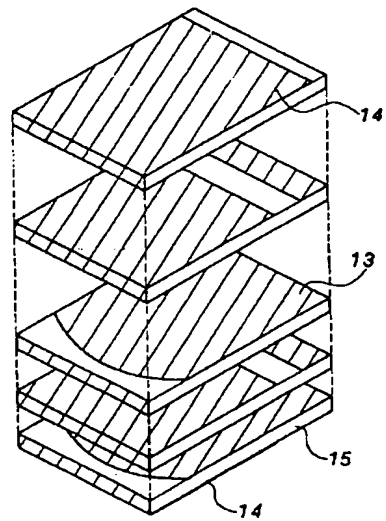
【図7】



【図8】

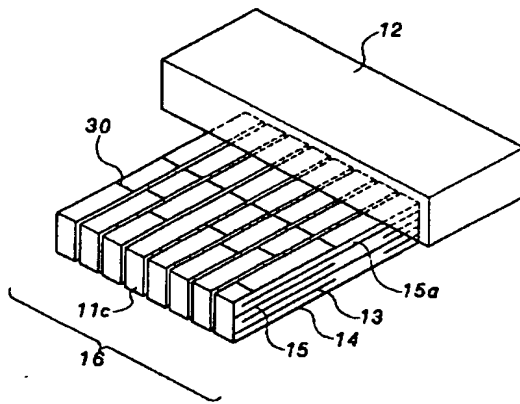


【図9】

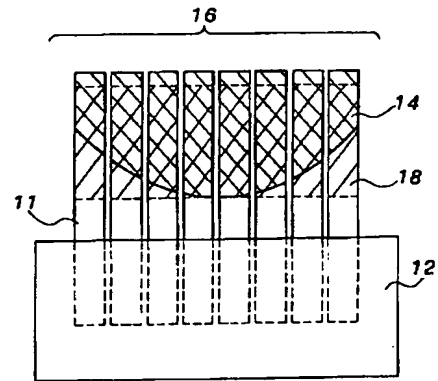




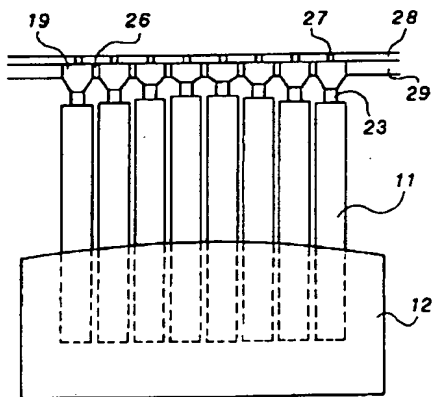
【図10】



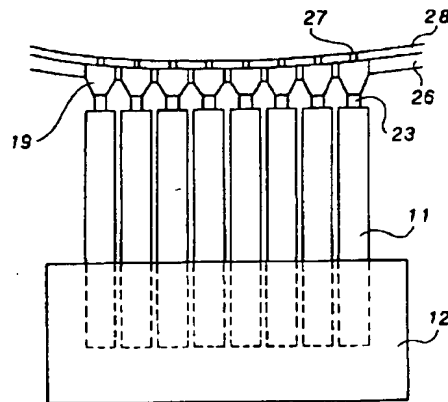
【図12】



【図13】



【図14】



# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 07178902  
PUBLICATION DATE : 18-07-95

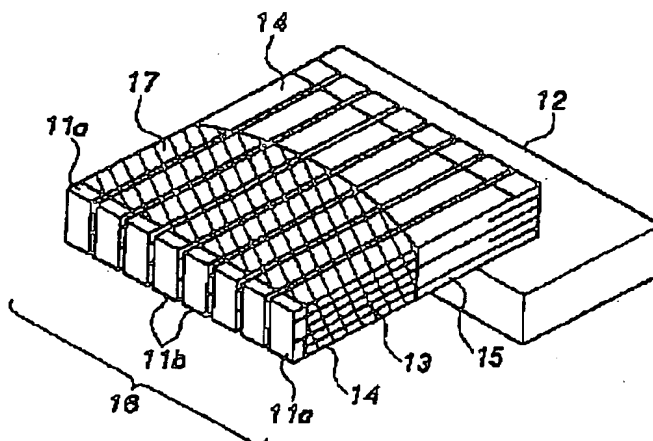
APPLICATION DATE : 22-12-93  
APPLICATION NUMBER : 05325167

APPLICANT : SEIKO EPSON CORP;

INVENTOR : MIZUTANI HAJIME;

INT.CL. : B41J 2/045 B41J 2/055 B41J 2/16

TITLE : INK JET HEAD AND PRODUCTION  
THEREOF



ABSTRACT : PURPOSE: To provide an ink jet head uniformizing the emission of ink droplets within a nozzle row and excellent in image forming quality.

CONSTITUTION: In an ink jet head wherein the displacement in the direction shown by the piezoelectric strain constant  $d_{31}$  of lamination type piezoelectric conversion elements 11a, 11b is used in the emission of an ink droplet and the lamination type piezoelectric conversion elements 11a, 11b are connected to a plurality of ink chambers, the length of the activation part 17 of each of the lamination type piezoelectric conversion elements 11a, 11b is changed within a lamination type piezoelectric conversion element row 16.

COPYRIGHT: (C)1995,JPO